

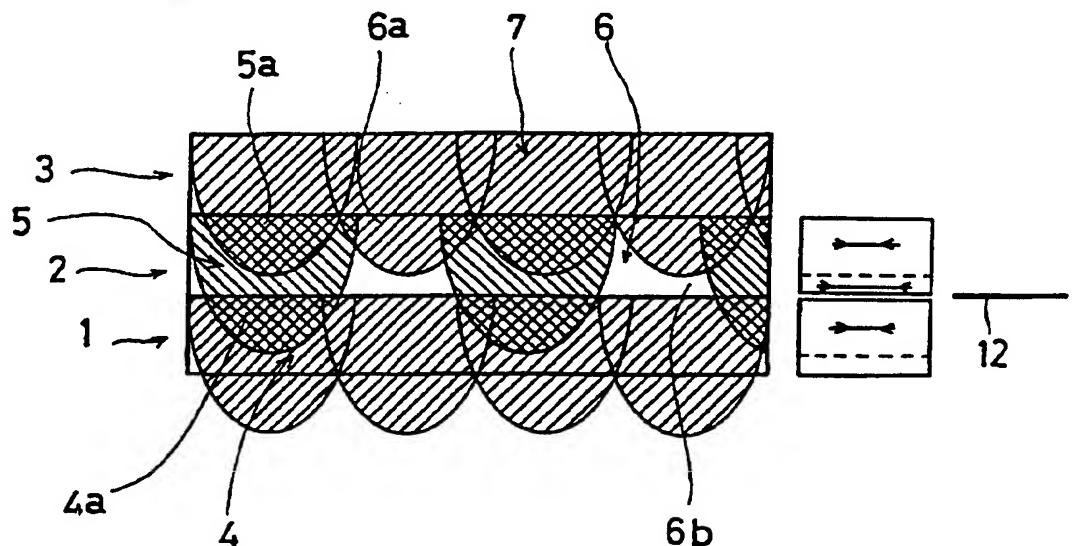


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類 5 B29C 67/00, 35/08	A1	(11) 国際公開番号 WO 94/23936 (43) 国際公開日 1994年10月27日(27.10.94)
(21) 国際出願番号 PCT/J P93/00489 (22) 国際出願日 1993年4月15日(15. 04. 93) (71) 出願人(米国を除くすべての指定国について) シーメット株式会社(COMET, INC.)[JP/JP] 〒144 東京都大田区蒲田5丁目15番8号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人(米国についてのみ) 魏 杰(WEI, Jie)[CN/JP] 〒177 東京都練馬区下石神井2丁目16番4号 エストレイム206 Tokyo, (JP) 斉藤直一郎(SAITO, Naoichiro)[JP/JP] 〒252 神奈川県藤沢市遠藤695番地の3号 羽根沢30-607 Kanagawa, (JP) 早野誠治(HAYANO, Seiji)[JP/JP] 〒206 東京都稲城市向陽台4丁目2番地 みはらしの家 B-610 Tokyo, (JP) (74) 代理人 弁理士 岡田英彦, 外(OKADA, Hidehiko et al.) 〒460 愛知県名古屋市中区栄二丁目10番19号 名古屋商工会議所ビル Aichi, (JP)		(81) 指定国 AT(欧州特許), BE(欧州特許), CA, CH(欧州特許), DE(欧州特許), DK(欧州特許), ES(欧州特許), FR(欧州特許), GB(欧州特許), GR(欧州特許), IE(欧州特許), IT(欧州特許), KR, LU(欧州特許), MC(欧州特許), NL(欧州特許), PT(欧州特許), SE(欧州特許), US. 添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title : FLAT LAMINATED PLATE MOLDING METHOD IN PHOTOHARDENING MOLDING METHOD

(54) 発明の名称 光硬化造形法における積層平板造形法



(57) Abstract

When a flat laminated plate is molded by a photohardening molding method in the present invention, a step of forming layers with unhardened portions left therein, by irradiating the layers with light in a spaced manner, and a step of hardening the unhardened portions while an upper layer is hardened, are used to form a flat laminated plate while offsetting the strain occurring due to the hardening operation. This enables a flat laminated plate the shape of which is faithful to a design to be molded without causing warpage to occur therein.

(57) 要約

本発明においては、光硬化造形法で積層平板を造形する際に、離隔的に照射することによって未硬化部分を残した層を形成する工程と、その上部層の硬化の際に前記未硬化部分を硬化させる工程とを有し、硬化に伴う歪みを相殺しつつ積層された平板を形成する。

これによって、反りを生じずに、設計に忠実な形状の積層平板を造形することができる。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AM	アルメニア	CZ	チェッコ共和国	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NZ	ニュージーランド
AT	オーストリア	DE	ドイツ	KR	大韓民国	PL	ポーランド
AU	オーストラリア	DK	デンマーク	KZ	カザフスタン	PT	ポルトガル
BB	バルバドス	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	RO	ルーマニア
BE	ベルギー	ES	スペイン	LK	スリランカ	RU	ロシア連邦
BF	ブルキナファソ	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SD	スーダン
BG	ブルガリア	FR	フランス	LU	ルクセンブルク	SE	スウェーデン
BJ	ベナン	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	SI	スロベニア
BR	ブラジル	GB	イギリス	MC	モナコ	SK	スロヴァキア共和国
BY	ベラルーシ	GE	グルジア	MD	モルドバ	SN	セネガル
CA	カナダ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TD	チャド
CF	中央アフリカ共和国	GR	ギリシャ	ML	マリ	TG	トーゴ
CG	コンゴ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	TJ	タジキスタン
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	TT	トリニダードトバゴ
CI	コートジボワール	IT	イタリア	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CM	カメルーン	JP	日本	NE	ニジェール	US	米国
CN	中国	KE	ケニア	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン共和国
CS	セルビア共和国	KG	キルギスタン	NO	ノルウェー	VN	ベトナム

明 細 書

光硬化造形法における積層平板造形法

技術分野

本発明は光硬化造形法に関するものであり、特に、反りを生じさせないで積層平板を造形することができる光硬化造形法における積層平板造形法に関するものである。

背景技術

3次元のモデルないしは立体像を造形するために、光硬化造形法が用いられる。この光硬化造形法では、通常、光を照射すると硬化する液状の樹脂の液表面で立体像の最下断面に相当する領域に光を照射して、まず最下断面に相当する断面硬化層を形成する。その後その上に未硬化の液状の樹脂を導入し、今度はその直上断面に相当する領域に光を照射して断面硬化層を積層していく。これを繰り返していくことにより、積層された立体像が造形される。

このような技術で、例えば机の天板等の平板を造形する場合には、図10に示すように、まず平板に相当する領域99内の全域に光を照射し、平板中の最下層24を造形する。ここで図中9は光の走査軌跡を示している。そのうえに未硬化の液状樹脂を導入し再度全域を照射し、その上の層25を形成する（ここで24と25は図示の明瞭化のために上下に分離して図示されているが、実際には密着する）。これを繰り返すことにより積層された平板が造形される。

しかしながら、光硬化造形法で、積層平板を造形する場合に、図11(c)に示されるように、積層平板Pの端部が上方に湾曲した形に歪みやすい。この理由は次のように推定される。

この光硬化造形法では、図11(a)に例示するように（図中26は各照射領域を示す）、上部の硬化層25を下部の硬化層24上に形成するばかりでなく、上部硬化層25を下部硬化層24に一体化する必要がある。このため、上部硬化層25の造形のための照射中に下部硬化層24、特にその上表面側が重ねて照射される（その二重照射領域が符号26aで示される）。

このため、図 1 1 (b) に示すように、一枚の硬化層のうち、上側がより強固に硬化し、その分大きく収縮しやすい。このような傾向が全部の層について作用するため、積層された平板は、その両端側が上方に湾曲（図 1 1 (c) 参照）した意図しない歪んだ形状となりやすいと考えられる。

発明の開示

そこで、本発明は、反りを生じずに、設計に忠実な形状の積層平板を造形することのできる光硬化造形法における積層平板造形法を提案する。

(1) 第 1 の発明は、光硬化造形法で積層平板を造形する際に、離隔的に照射することによって未硬化部分を残した層を形成する工程と、その上部層の硬化の際に前記未硬化部分を硬化させる工程とを有し、硬化に伴う歪みを相殺しつつ積層された平板を造形することを特徴とする光硬化造形法における積層平板造形法である。

この方法によると、未硬化部分が残った層が介在し、この未硬化部分が上部層の形成時に硬化されるために、硬化にともなう収縮応力が相殺され、歪みの少ない平板が造形される。

(2) また、第 2 の発明は、上記第 1 の発明に係る光硬化造形法における積層平板造形法であって、液状樹脂における前記積層平板に対応する平面部分の全面に対してビームを隙間なく照射して第 1 硬化層を形成する工程と、その第 1 硬化層の上に導入された液状樹脂における前記平面部分に対してビームを離隔的に照射することによって未硬化部分を残した第 2 硬化層を形成し、かつ前記第 1 硬化層のうちの上部に前記第 1 硬化層形成の際のビーム照射と当該第 2 硬化層形成の際のビーム照射との二重照射によって収縮応力の作用する第 1 硬化層収縮応力作用部分を形成する工程と、その第 2 硬化層の上に導入された液状樹脂における前記平面部分に対してビームを隙間なく照射することによって第 3 硬化層を形成する工程とを有し、前記第 2 硬化層における未硬化部分の液状樹脂を外部からの当該液状樹脂の補給なしで硬化させることによって、同第 2 硬化層に前記第 1 硬化層収縮応力作用部分の収縮応力と相殺する収縮応力の作用する第 2 硬化層収縮応力作用部分を形成することを特徴とする。

この方法によると、第 1 硬化層に形成された第 1 硬化層収縮応力作用部分の収

縮応力と第 2 硬化層に形成された第 2 硬化層収縮応力作用部分の収縮応力とが相殺され、歪みの少ない平板が造形される。

(3) また、第 3 の発明は、上記第 2 の発明に係る光硬化造形法における積層平板造形法であって、前記第 2 硬化層を形成する際のビームの走査軌跡と前記第 1 及び第 3 硬化層を形成する際のビームの走査軌跡とを異なるものとすることによって、同第 1 硬化層における前記第 1 硬化層収縮応力作用部分と同第 2 硬化層における前記第 2 硬化層収縮応力作用部分とが同一鉛直線上から外れた位置に形成されていることを特徴とする。

この方法によっても、上記第 2 の発明と同様に、第 1 硬化層収縮応力作用部分の収縮応力と第 2 硬化層収縮応力作用部分の収縮応力とが相殺され、歪みの少ない平板が造形される。

(4) また、第 4 の発明は、上記第 1 の発明に係る光硬化造形法における積層平板造形法であって、液状樹脂における前記積層平板に対応する平面部分に対して隣合う経路においてビーム軌跡が重ならない格子状の経路に沿ってビームを走査させて第 1 硬化層を形成する工程と、その第 1 硬化層の上に導入された液状樹脂における前記平面部分に対して前記第 1 硬化層の場合よりも目が細かくかつ隣合う経路においてビーム軌跡が重ならない格子状の経路に沿ってビームを走査させて第 2 硬化層を形成する工程と、その第 2 硬化層の上に導入された液状樹脂における前記平面部分に対して隣合う経路においてビーム軌跡が重なり合う格子状の経路に沿ってビームを走査させて第 3 硬化層を形成する工程とを有し、前記各ビーム照射の際に前記複数の硬化層のうちの適所にそれらビームが多重に照射されて収縮応力の作用する多重照射応力作用部分を形成し、かつ前記複数の硬化層のうちの適所に前記ビームの照射を受けずに残った液状樹脂を外部からの当該液状樹脂の補給なしで硬化させ前記多重照射応力作用部分の収縮応力と相殺する収縮応力の作用する不照射収縮応力作用部分を形成することを特徴とする。

この方法によると、多重照射応力作用部分の収縮応力と不照射収縮応力作用部分の収縮応力とが相殺され、歪みの少ない平板が造形される。

図面の簡単な説明

図 1 は、図 3 に示す第 1 実施例における積層板の a - a 線拡大断面図と収縮応

力の作用図と収縮応力の相殺状態を示す図を対応させた図である。

図 2 は、光硬化造形法による積層板の造形法の模式図である。

図 3 は、積層板と積層板の各層のビーム走査方法を示す図である。

図 4 は、第 2 実施例の積層板と積層板の各層のビーム走査方法を示す図である。

図 5 は、図 4 の積層板の b - b 線拡大断面図と収縮応力の作用図と収縮応力の相殺状態を示す図を対応させた図である。

図 6 は同じく図 4 の積層板の c - c 線拡大断面図と収縮応力の作用図と収縮応力の相殺状態を示す図を対応させた図である。

図 7 は、第 3 実施例の積層板の第 1 層のビームの走査方法と照射領域を示す斜視図である。

図 8 は、同じく第 2 層のビームの走査方法と照射領域を示す斜視図である。

図 9 は、同じく第 3 層のビームの走査方法と照射領域を示す斜視図である。

図 10 は、従来の造形法におけるビームの走査方法を示す斜視図である。

図 11 は、その従来の造形法による積層板の拡大断面図と収縮応力の作用図と収縮応力の相殺状態を示す図を対応させた図である。

発明を実施するための最良の形態

< 第 1 実施例 >

以下、本発明の第 1 実施例として図 3 (a) に示す積層平板 12 を造形する場合を例として説明する。

まず、最初に 3 次元の CAD システムを用いて積層平板 12 の 3 次元形状を設計する。この結果、3 次元 CAD システムによって積層平板 12 の 3 次元の形状情報が定義される。そして、この積層平板 12 を一定の厚みで水平にスライスした際の断面の形状が定義される。この断面形状に基づいて、液状樹脂の表面をレーザ光で照射していくことにより、積層面が形成されていくのである。

光硬化造形法は、図 2 に例示されるように液状の光硬化性樹脂 8 の表面に強力なレーザ光のビーム 9 を照射することにより、照射された領域の樹脂 8 を硬化させ、これを幾層にも積層することにより 3 次元の樹脂硬化像を創成するものである。得られる形状はビーム 9 の軌跡により決定される。

すなわち、図 2 に模式的に示されるように、槽内に満たされた光硬化性樹脂 8

の表面にレーザ光 9 のスポットを当てて、スキャナ 10 によってレーザ光 9 を 2 次元的に移動することにより表面の一部が固体化される。その後、固体化したものを一層の厚み分だけステージ 11 により液面より沈下させ、固体化した部分の上に一層分の液状の樹脂 8 を導入する。次にこの液状部が同様に固化される。この固化像は下層の固化像上に積層されて一体化される。これを繰り返して一層ずつ重ねられる。

この場合、スキャナ 10 によってレーザ光 9 は、液表面において自在に走査可能である。

本実施例では、3 次元 CAD システムのデータに基づいてこの断面形状の輪郭内部を照射し、これを 3 層積層することにより積層平板 12 を造形する。使用されるレーザ光 9 のスポットの形状は円形でその直径は 0.5 mm である。そのレーザ光 9 は図 1 (a) に示されるように、一層の厚みの約 1.7 倍の深さまで液状樹脂 8 中に放物線状に到達し得るものである（但し、図 1 中液状樹脂 8 は図示省略されている。かわってレーザ光 9 による照射領域が符号 4, 5, 7 で示されている）。

また、図 3 (a) に示される積層平板 12 は例えば、厚みが 0.6 ミリの積層平板であって各層 0.2 ミリの層からなる 3 層構造に形成されている。

まず、この積層板 12 の第 1 層 1 の断面形状情報に基づく輪郭内部に対応する液状樹脂 8 の表面に対して図 3 (b) に示されるように、スキャナ 10 によってビーム 9 が走査される。すなわち、図 3 (b) の X 方向に平行に、輪郭内部を折り返し状に走査される。このときの、ビーム 9 の中心同士の間隔は、直径の 0.8 倍であって、実際には 0.4 mm の間隔となる。したがって、ビーム 8 は互いに 0.1 mm ずつ重なり合いながら照射される。このため、この第 1 層 1 は隙間なく、全面が照射される。

この積層平板 12 の第 1 層 1 の Y 方向の断面の照射状態が図 1 に示されている。ビーム 9 は、放物線状に液状樹脂 8 内に到達し、樹脂 8 中に照射領域 4 を形成する。このビーム 9 は第 1 層の 0.2 mm の厚みの範囲をすべて照射し、この領域 4 はレーザ光刺激により直ちに重合を開始し、硬化する。通常、一定量の液状樹脂 8 が硬化するとき、硬化した樹脂 8 の体積は減少し、収縮する。しかし、第 1

層においては、周囲が液状樹脂 8 によって満たされているので、歪みは生じにくい。

次に、ステージ 11 を降下させて、第 1 層 1 を 1 層分の厚み (0.2 mm) だけ降下させると、この第 1 層 1 上に新たな樹脂 8 が導入される。図 3 (b) に示されるように、この樹脂 8 の表面に、さらに第 2 層 2 の断面形状情報に基づいて、X 方向に平行にビーム 9 が走査される。このときビーム 9 の中心は、直径の 1.5 倍の間隔で輪郭内部を折り返し状にスキャンされる。すなわち、隣合うビーム 9 の中心同士の間隔は 0.75 mm となり、ビーム 9 同士の重なりを生じることなく離隔的に照射されていく。この結果、図 1 の Y 方向断面図に示されるように、ビーム 9 による照射領域 5 が帯状に形成される。この第 2 層におけるビーム照射領域 5 の樹脂 8 は直ちに重合し、硬化する。

図 1 に示されるように、このビーム 9 のレーザ光の深度が層厚の約 1.7 倍まで到達する。このため、第 2 層 2 のビーム 9 のレーザ光によって、すでに硬化した第 1 層の上側約 70% の深さまで部分的に照射されることになる。このような 2 重照射領域 4 a においては、一度硬化した樹脂が再度光刺激を受けて重合する。このため、この部分 4 a では樹脂の重合度が高められる。しかし、第 1 回目の硬化と異なり、周囲から新たに樹脂が補充されるわけではないので、周囲を引っ張るようにして硬化・収縮する。すなわち、第 1 層 1 全体としては、図 1 (b) に示すように上面側に収縮する応力が作用し、両端部の上方への反りを生じさせようとする。なお、この矢印は Y 方向を例示しているが、実際には周囲の全方向に収縮応力が作用している。

一方、同時に、この照射領域 5 の間に、ビーム 9 の直径の半分の幅 (0.25 mm) で帯状に未硬化部分 6 が形成される。

次に、この第 2 層 2 をステージ 11 によってさらに降下させ、新たな液状樹脂 8 を導入する。この液状樹脂 8 の表面に第 3 層 3 の断面形状情報に基づいて、X 方向に平行にスキャナ 10 によりビーム 9 が走査される。この第 3 層 3 における走査方法は第 1 層 1 と同様である。すなわち、ビーム 9 は互いに 0.1 mm ずつ重なり合いながら、全面を隙間なく照射する。この照射によって、図 1 に示されるような照射領域 7 が形成される。ビーム 9 はこの層厚にわたって到達している

ので、第 3 層 3 の全体がこの照射によって、硬化される。

また、このビーム 9 は第 2 層 2 の上側約 70%まで到達するものであるので、第 2 層 2 の照射領域 5 の上側に部分的に二重照射領域 5 a が形成される。二重照射領域 5 a においては、第 1 層 1 の場合と同様に、さらに重合が進行することになるので、この領域 5 a には収縮応力が作用する。

さらに、今回の照射によって第 2 層 2 の未硬化部分 6 が新たに照射され、第 2 層に照射領域 6 a が形成される。この照射領域 6 a では、液状の樹脂 8 が直ちに硬化する。この領域 6 a においては、未硬化部分 6 のうち今回も照射されなかった領域 6 b の液状樹脂 8 があるために、硬化に際しての歪み応力は生じさせない。しかしながら、依然としてビーム 9 が未照射の部分 6 b においては、周囲の重合刺激により、ゆっくりとではあるが重合が進行し硬化する。この部分 6 b にはすでに十分な樹脂 8 はなく、しかも新たに補充されることもない。したがって、硬化の際には、周囲の硬化部分を強く引っ張って重合しようとする。すなわち、この未硬化部分 6 b には強い収縮応力が作用することになる。

結果として、第 2 層 2 の上側の二重照射領域 5 a に収縮応力が作用するとともに、下側を中心として形成された未硬化部分 6 b にはより強い収縮応力が作用する。このため、第 2 層 2 全体としては、図 1 (b) に示す矢印のような収縮が生じ、結果として下方への反りを生じさせようとする。図 1 (b) の矢印は Y 方向を例示しているが、実際には周囲の全方向に収縮する。したがって、第 2 層 2 の応力と第 1 層 1 の応力は相殺するように作用することになる。この結果、全体として、図 1 (c) に示すように反りが相殺された積層平板 1 2 が造形される。

従来のように、各層 1、2、3 の全面を等間隔で隙間なくスキャンする照射方法では一律に、各層の上部が部分的に二重照射領域となっており、各層 1、2、3 の上面側に収縮応力が作用していた。しかし、本実施例においては、図 1 に示される積層平板 1 2 の Y 方向断面図において明らかなように、二重照射領域 4 a、5 a に作用する収縮応力よりもさらに強い収縮応力が作用する未硬化部分 6 b を有する層 2 を介在させることによって、二重照射領域 4 a を有する第 1 層 1 における反りが未硬化部分 6 b を有する第 2 層 2 の反りで相殺されている。

このようにして、離隔的照射層 2 を形成することにより、層の下側において強い

収縮作用を有する未硬化部分 6 b が形成されることになり、積層された層 1 の収縮応力を補正し、相殺することができる。しかも、この相殺効果は全方向に作用し、積層平板 1 2 全体の形状に反りが生じなくなる。

< 第 2 実施例 >

次に、本発明の第 2 実施例として、図 4 (b) に示す照射方法によって造形される積層平板 1 3 (図 4 (a) 参照) を例として説明する。本実施例では、第 1 実施例と同様、層厚 0.2 mm の層が 3 層積層されて形成された積層平板 1 3 を造形する。光硬化造形法における装置及び基本的操作は第 1 実施例と同様であるが、ビーム 9 の走査方法が異なる。

まず、図 4 (b) に示されるように、第 1 実施例と同様、3 次元形状情報に基づく第 1 層 1 4 の断面の輪郭内部が図示 X 方向と平行に、照射間隔をビーム 9 の直径の 0.8 倍として折り返し状に走査される。このため、第 1 層 1 4 においては、全面が隙間なく、かつ各走査された軌跡が一部 (0.1 mm ずつ) 重なるようにビーム 9 が照射される。

この積層平板 1 3 の第 1 層 1 4 の Y 方向の断面の照射状態が図 5 (a) 及び図 6 (a) に示されている。ビーム 9 は、放物線状に液状樹脂 8 内に到達し、樹脂 8 中に照射領域 1 7 を形成する。このビーム 9 は第 1 層の 0.2 mm の厚みの範囲をすべて照射し、この領域 1 7 は光刺激により直ちに重合を開始し、硬化する。通常、一定量の液状樹脂 8 が硬化するとき、硬化した樹脂 8 の体積は減少し、収縮する。しかし、第 1 層 1 4 においては、周囲が液状樹脂 8 によって満たされているので、歪みは生じない。したがって、この層 1 4 にはなんら応力は作用しない。

次に、ステージ 1 1 を降下させて、第 1 層 1 4 を 1 層分の厚み (0.2 mm) だけ降下させると、この第 1 層 1 4 上に新たな樹脂 8 が導入される。図 4 (b) に示されるように、この樹脂 8 の表面に、さらに第 2 層 1 5 の断面形状情報に基づいて、Y 方向に平行にビーム 9 が走査される。このときビーム 9 の中心が、直径の 1.5 倍の間隔になるように輪郭内部を折り返し状に走査される。すなわち、隣合うビーム 9 の中心同士の間隔は 0.75 mm となり、ビーム 9 同士の重なりを生じることなく離隔的に照射されていく。この結果、図 5 (a) 及び図 6 (

a) のY方向断面図の第2層15に示されるように、ビーム9による照射領域18が帯状に形成される。この第2層15におけるビーム照射領域18は直ちに重合し、硬化する。

また、図5(a)に示されるように、第2層15を照射するビーム9の光によって、すでに硬化した第1層14の上側約70%の深さまで部分的に照射されることになる。このような二重照射領域17aにおいては、一度硬化した樹脂8が再度光刺激を受けて重合する。このため、この部分17aでは樹脂8の重合度が高められる。したがって、第1実施例と同様、図5(b)に示すように、この二重照射領域17a、すなわち、第1層14の上面側においては全方向に収縮応力が作用する。

一方、同時に、図6(a)に示されるように、第2層15の照射領域18の間に、ビーム9の直径の半分の幅(0.25mm)で帯状に未硬化部分19が形成されていく。

次に、第3層16として、この第2層15上に新たな液状樹脂8が導入される。この第3層16には、再び、ビーム9がX方向に平行に第1層14と同じ照射間隔で断面全面が走査される。図5(a)に示されるように、この照射によって、第3層16は速やかに硬化する。また、第2層15において、二重照射領域18aが形成され、第1実施例と同様、第2層15の上側には図5の(b)に示す全方向への収縮応力が作用する。この結果、第2層15のb断面には、上方への反りが生じ、図5(c)に示されるように第1層14及び第2層15を合わせたb断面としては、上方への反りを生じさせようとする。

さらに、図6(a)に示されるように、未硬化部分19においてもビーム9が到達し、この照射領域19aにおいて樹脂8が硬化される。そして、第2層の未硬化部分19の下部を中心とする部分は第3層16の照射に際しても、ビーム9が到達しない部分19bがある。この未硬化部分19bにおいては、第1実施例と同様、樹脂8の不足が起きる。すなわち、この未硬化部分19bを充填しうる十分な樹脂8がすでに存在しない状態で硬化が徐々に進行する。したがって、硬化するにつれ、周囲の硬化域を引っ張りながら硬化しようとする。すなわち、図6(b)に示されるように、この部分19bには強い収縮応力が作用することに

なる。この結果、図 6 (c) に示されるように第 1 層 1 4 及び第 2 層 1 5 を合わせた c 断面としては、下方への反りを生じさせようとする。

このように、第 1 層 1 4、第 2 層 1 5 及び第 3 層 1 6 において、それぞれの層におけるビーム 9 の走査方向が直交する場合でも、離隔的照射により未硬化部分 1 9 b を介在させることができることについては、全く同様である。したがって、この未硬化部分 1 9 b による収縮応力の相殺あるいは補正効果も同様に得ることができる。この結果、本実施例においては、積層平板 1 3 の b 断面に生じる上方に反ろうとする応力と c 断面に生じる下方に反ろうとする応力が互いに他方を相殺されることにより、全体として、反りのない積層平板 1 3 が造形される。

< 第 3 実施例 >

次に、第 3 実施例として図 9 (b) に示す積層平板 2 0 を製造する場合を例として説明する。本実施例では、第 1 実施例及び第 2 実施例と同様、層厚 0.2 mm の層が 3 層積層されて形成された積層平板 2 0 を製造する。光硬化造形法における装置及び基本的操作は前記両実施例と同様であるが、ビーム 9 の走査方法が異なっている。

まず、図 7 (a) に示されるように、3 次元形状情報に基づく第 1 層 2 1 の断面の輪郭内部が図示 X 方向と平行に照射間隔が直径の 2.0 倍の間隔で折り返し状に走査される。すなわち、隣合うビーム 9 の中心同士の間隔が 1.0 mm となり、図 7 (b) に示されるように、各ビーム 9 による照射領域 2 1 a は互いに重なり合うことなく、離隔的に照射されることになる。さらに、この後、図示 Y 方向に平行に同様の照射間隔で折り返し状に走査される。この結果、ビーム 9 は直径と同間隔 (0.5 mm) の隙間を残して帯状に照射され、格子状の照射領域 2 1 a が形成される。この照射領域 2 1 a においては、樹脂 8 は速やかに硬化する。そして、この格子状の照射領域 2 1 a の間には未硬化部分 2 1 b がビーム 9 の直径の間隔をおいて形成される。

次に、ステージ 1 1 を降下させ、第 1 層 2 1 を 1 層の厚み分だけ降下させて、第 1 層 2 1 の上に新たな樹脂 8 を導入する。第 2 層 2 2 の断面形状情報に基づいて、その輪郭内部を照射する。今回の照射は、まず、図 8 (a) に示されるように、X 方向に平行に照射間隔をビーム 9 の直径の 1.3 倍として、折り返し状に

走査される。すなわち、ビーム 9 の中心同士の間隔が 0. 6 5 mm となるように、走査される。さらに、Y 方向に平行に同様の照射間隔で折り返し状に走査される。つまり、第 2 層 2 2 においては、図 8 (b) に示すように、X 方向にも Y 方向にもビーム 9 は直径の 0. 3 倍の隙間 (0. 1 5 mm) を残して帯状に照射される。この結果、わずかな未硬化部分 2 2 b を残して、照射領域 2 2 a が形成される。この領域 2 2 a のほとんどは二重照射領域となるが、樹脂 8 の補充が可能な状態での照射であるので、収縮応力が作用することなく硬化する。

また、この第 2 層 2 2 の照射により、第 1 層 2 1 においても、その上側に二重あるいは三重照射領域が形成される。この二重あるいは三重照射領域においては、図示はしないが、前記第 1 及び第 2 実施例と同様に周囲に収縮応力が作用する。さらに、第 1 層 2 1 の未硬化部分 2 1 b では、第 2 層 2 2 の照射によって、その上側が部分的に硬化するが、第 2 層 2 2 の下側を中心とした照射されなかった部分については、第 1 実施例及び第 2 実施例と同様、樹脂 8 の不足が起きる。すなわち、この未硬化部分を充填しうる十分な樹脂がすでに存在しない状態で硬化が徐々に進行する。したがって、硬化するにつれ、周囲の硬化域を引っ張りながら硬化しようとする。すなわち、第 1 層 2 1 の下側に部分的に強い収縮応力が作用することになる。第 1 層 2 1 の上側の収縮応力に比較して下側の収縮応力の作用が大であるので、第 1 層 2 1 には、下方へ反ろうとする応力が生じることになる。

次に、ステージ 1 1 を降下させて、第 2 層 2 2 を 1 層分の厚み (0. 2 mm) だけ降下させると、この第 2 層 2 2 上に新たな樹脂 8 が導入される。図 9 (a) に示されるように、この樹脂 8 の表面に、さらに第 3 層 2 3 の断面形状情報に基づいて、その輪郭内部を照射する。第 3 層 2 3 の照射は、まず、X 方向に平行に照射間隔をビーム 9 の直径の 1. 1 倍として、折り返し状に走査される。すなわち、ビーム 9 の中心同士の間隔が 0. 5 5 mm となるように、走査される。さらに、Y 方向に平行に同様の照射間隔で折り返し状に走査される。つまり、第 3 層 2 3 においては、図 9 (b) に示すように、X 方向にも Y 方向にもビーム 9 は直径の 0. 1 倍の隙間 (0. 0 5 mm) を残して帯状に照射される。この結果、ごくわずかな未硬化部分 2 3 b を残して、照射領域 2 3 a が形成される。この領域 2 3 a のほとんどは二重照射領域となるが、樹脂 8 の補充が可能な状態での照射

であるので、収縮応力が作用することなく硬化する。

また、この第3層23の照射により、第2層22においても、その上側に二重あるいは三重照射領域が形成される。この二重あるいは三重照射領域においては、図示はしないが、前記第1及び第2実施例と同様に周囲に収縮応力が作用する。さらに、第2層22の未硬化部分22bでは、第3層23の照射によって、その上側が部分的に硬化するが、第2層22の下側を中心とした照射されなかった部分については、第1実施例及び第2実施例と同様、樹脂8の不足が起きる。すなわち、第2層22の下側に部分的に強い収縮応力が作用することになる。しかし、この層22における収縮応力は第1層21に較べて積層平板全体としては小さい作用でしかない。第2層22においては未硬化部分22b自体が少なく、第3層23の照射によっても光が到達しない部分が少ないからである。したがって、第1層21と違って第2層22には、上方への反りが生じる。この結果、第1層21の反りを相殺あるいは補正するように作用し、全体として反りのない積層平板20が造形される。

このように、第1層21、第2層22及び第3層23において、各層内でビーム9の走査方向を直交させる場合においても、離隔的照射により未硬化部分21b、22bを介在させることができる。また、これらの照射間隔を各層において変えることによって、未硬化部分の割合を調整して、収縮応力の作用の程度を調節することができる。

なお、全面照射されて未硬化部分を有しない層に対して未硬化部分を有する層を幾層、そしてどのように組み合わせると介在させれば、反りのない積層平板が得られるかは、照射の走査間隔、方向の設定、ビームの強度、走査スピード等の条件による。したがって、反りのない積層平板を得るには、未硬化部分を有する層が1層に対して照射層が複数層必要である場合もあり、また逆の場合もある。さらに、未硬化部分を有する層は単独で介在させたり、積層して介在させたりする場合もある。

上述したように、本発明によれば、光硬化造形法によって積層平板を造形する際に、ビームが照射されないで未硬化の部分を有する層を介在させることにより、新たな収縮応力を生じさせて、この収縮応力により従来の収縮応力による反りの

作用を補正し、相殺することができる。このため、歪みの少ない正確な形状を造形できる。

請 求 の 範 囲

- (1) 光硬化造形法で積層平板を造形する際に、
離隔的に照射することによって、未硬化部分を残した層を形成する工程と、
その上部層の硬化の際に、前記未硬化部分を硬化させる工程とを有し、
硬化に伴う歪みを相殺しつつ積層された平板を形成することを特徴とする光硬化造形法における積層平板造形法。
- (2) 上記(1)に記載の光硬化造形法における積層平板造形法であって、
液状樹脂における前記積層平板に対応する平面部分の全面に対してビームを隙間なく照射して第1硬化層を形成する工程と、
その第1硬化層の上に導入された液状樹脂における前記平面部分に対してビームを離隔的に照射することによって未硬化部分を残した第2硬化層を形成し、かつ前記第1硬化層のうちの上部に前記第1硬化層形成の際のビーム照射と当該第2硬化層形成の際のビーム照射との二重照射によって収縮応力の作用する第1硬化層収縮応力作用部分を形成する工程と、
その第2硬化層の上に導入された液状樹脂における前記平面部分に対してビームを隙間なく照射することによって第3硬化層を形成する工程とを有し、
前記第2硬化層における未硬化部分の液状樹脂を外部からの当該液状樹脂の補給なしで硬化させることによって、同第2硬化層に前記第1硬化層収縮応力作用部分の収縮応力と相殺する収縮応力の作用する第2硬化層収縮応力作用部分を形成することを特徴とする光硬化造形法における積層平板造形法。
- (3) 上記(2)に記載の光硬化造形法における積層平板造形法であって、
前記第2硬化層を形成する際のビームの走査軌跡と前記第1及び第3硬化層を形成する際のビームの走査軌跡とを異なるものとすることによって、同第1硬化層における前記第1硬化層収縮応力作用部分と同第2硬化層における前記第2硬化層収縮応力作用部分とが同一鉛直線上から外れた位置に形成されていることを特徴とする光硬化造形法における積層平板造形法。
- (4) 上記(1)に記載の光硬化造形法における積層平板造形法であって、
液状樹脂における前記積層平板に対応する平面部分に対して隣合う経路におい

てビーム軌跡が重ならない格子状の経路に沿ってビームを走査させて第 1 硬化層を形成する工程と、

その第 1 硬化層の上に導入された液状樹脂における前記平面部分に対して前記第 1 硬化層の場合よりも目が細かくかつ隣合う経路においてビーム軌跡が重ならない格子状の経路に沿ってビームを走査させて第 2 硬化層を形成する工程と、

その第 2 硬化層の上に導入された液状樹脂における前記平面部分に対して隣合う経路においてビーム軌跡が重なり合う格子状の経路に沿ってビームを走査させて第 3 硬化層を形成する工程とを有し、

前記各ビーム照射の際に前記複数の硬化層のうちの適所にそれらビームが多重に照射されて収縮応力の作用する多重照射応力作用部分を形成し、かつ前記複数の硬化層のうちの適所に前記ビームの照射を受けずに残った液状樹脂を外部からの当該液状樹脂の補給なしで硬化させ前記多重照射応力作用部分の収縮応力と相殺する収縮応力の作用する不照射収縮応力作用部分を形成することを特徴とする光硬化造形法における積層平板造形法。

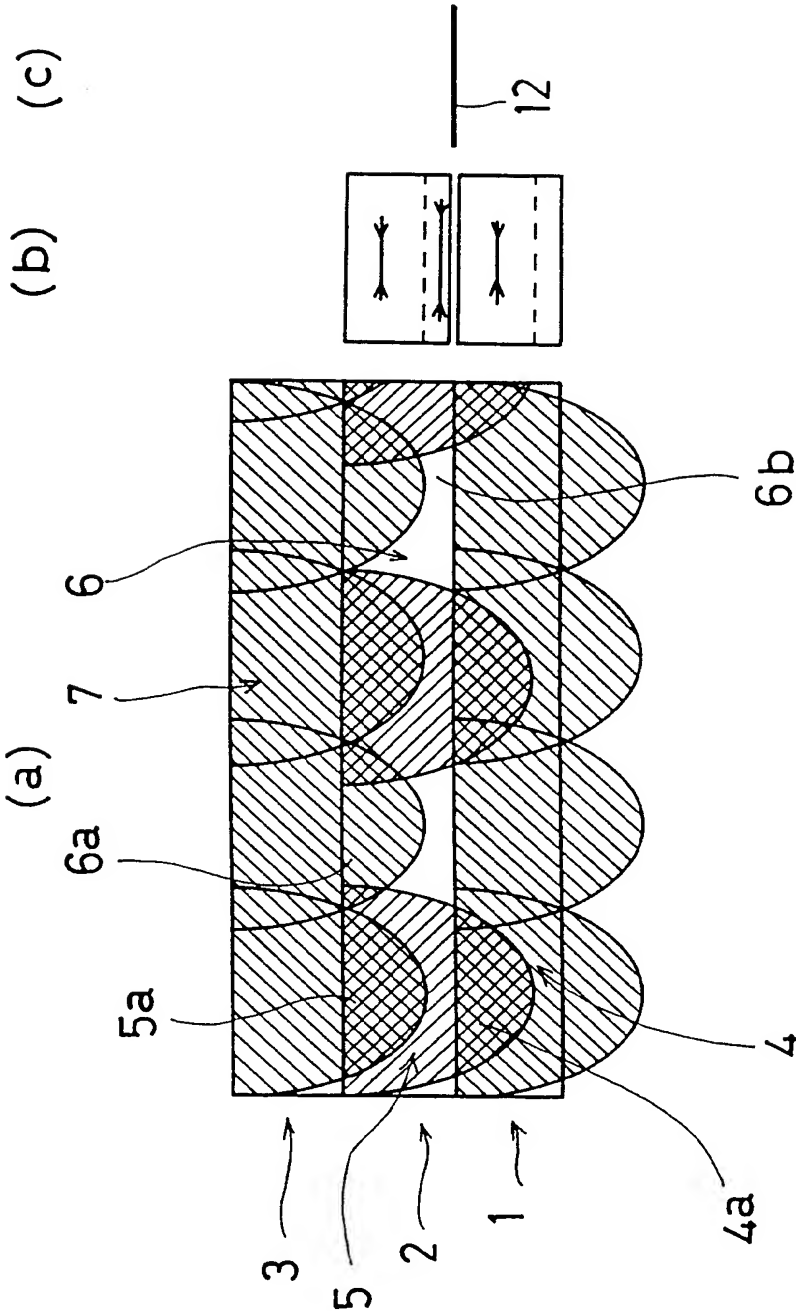


FIG. 1

2 / 11

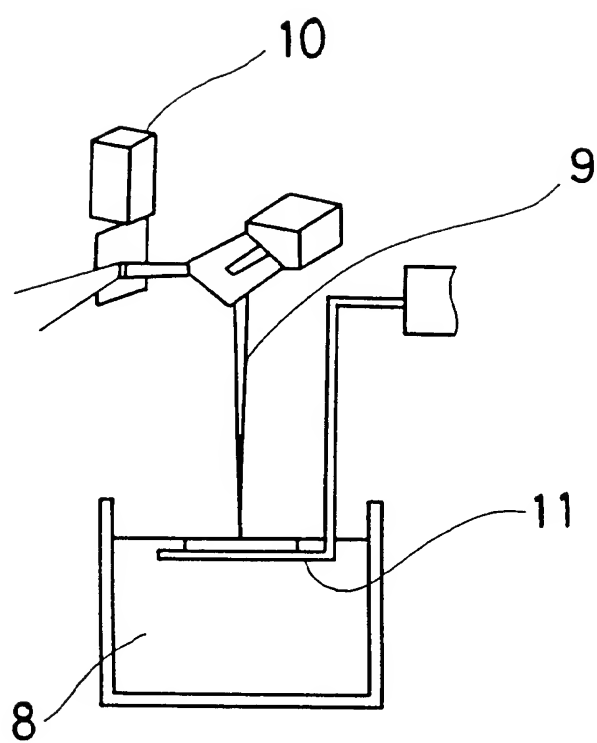


FIG. 2

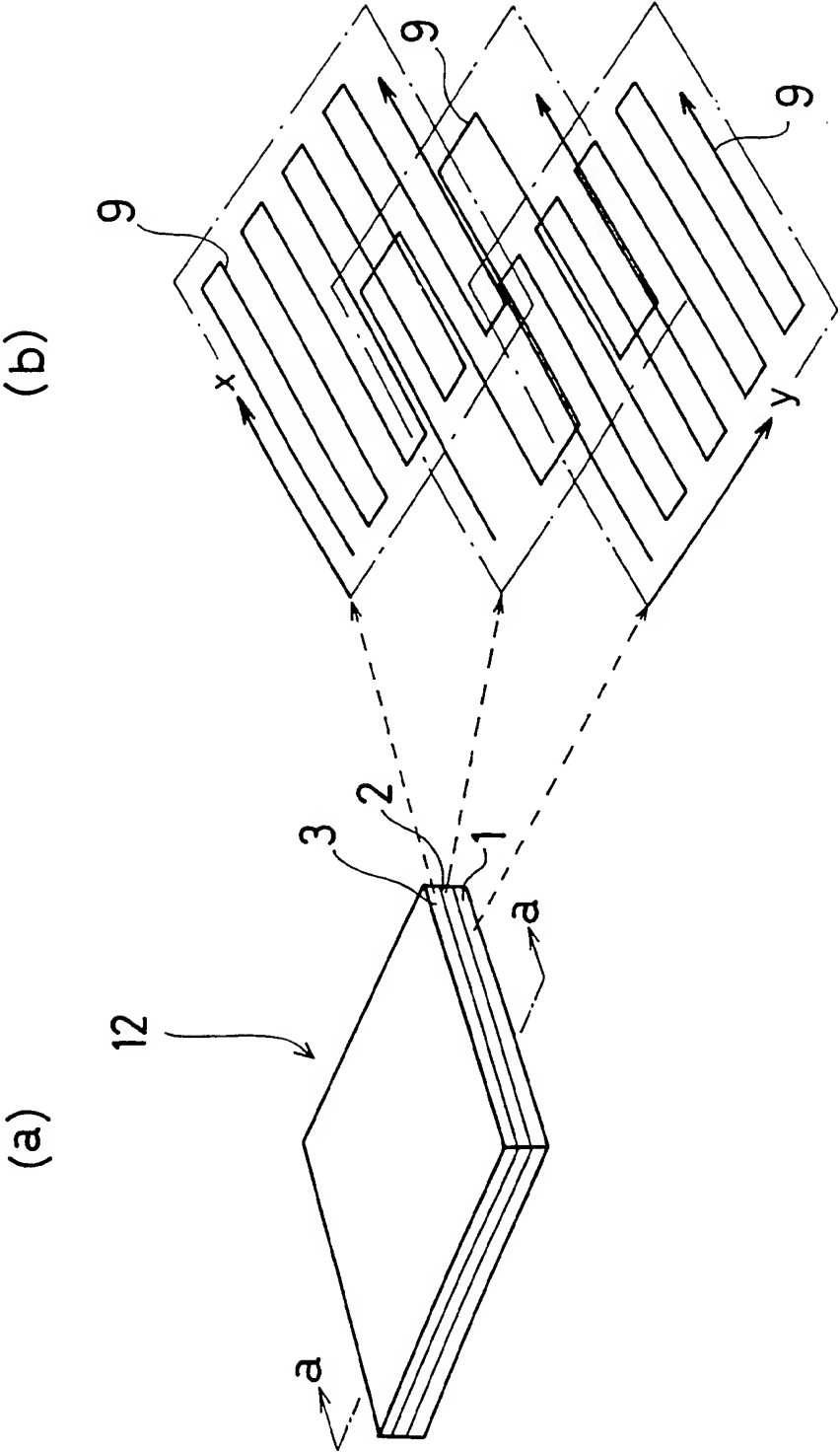


FIG. 3

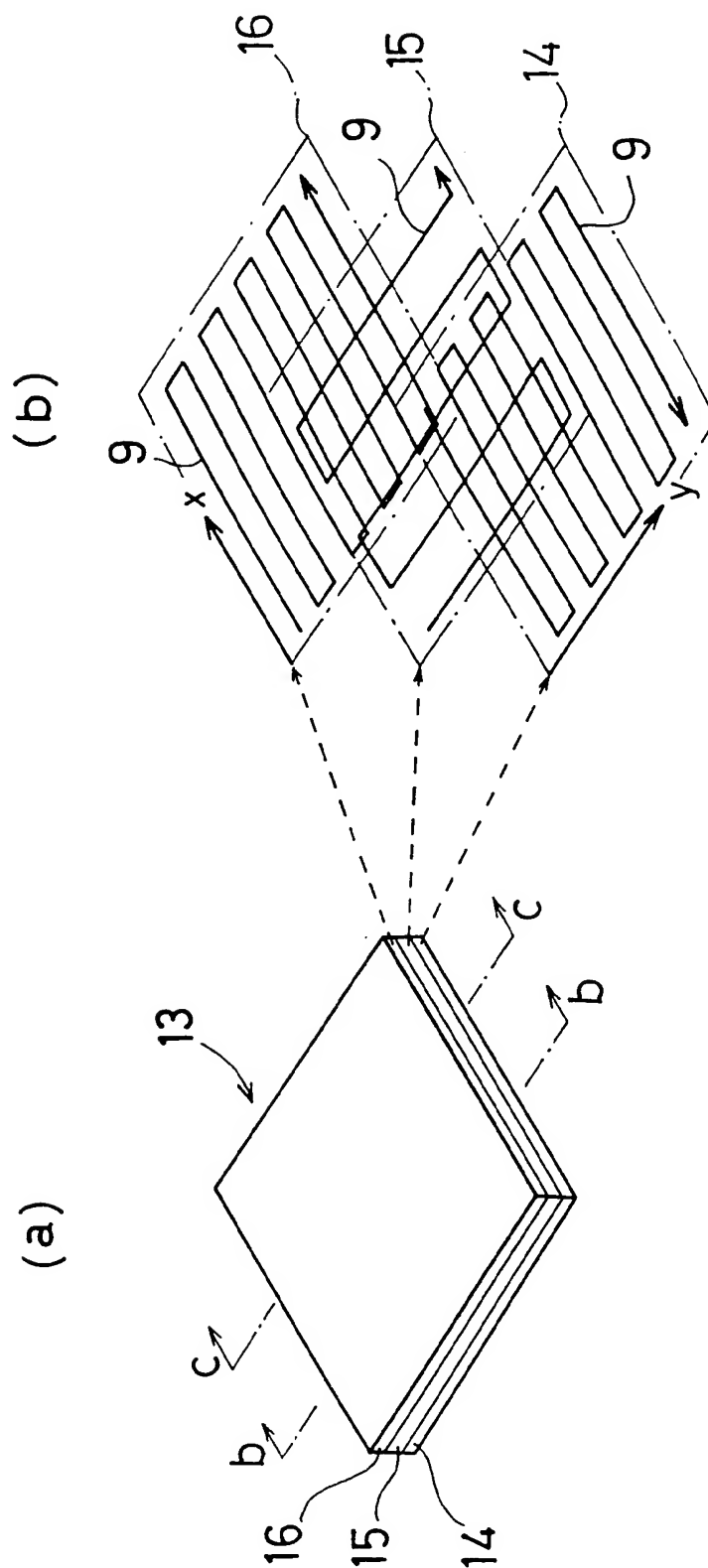


FIG. 4

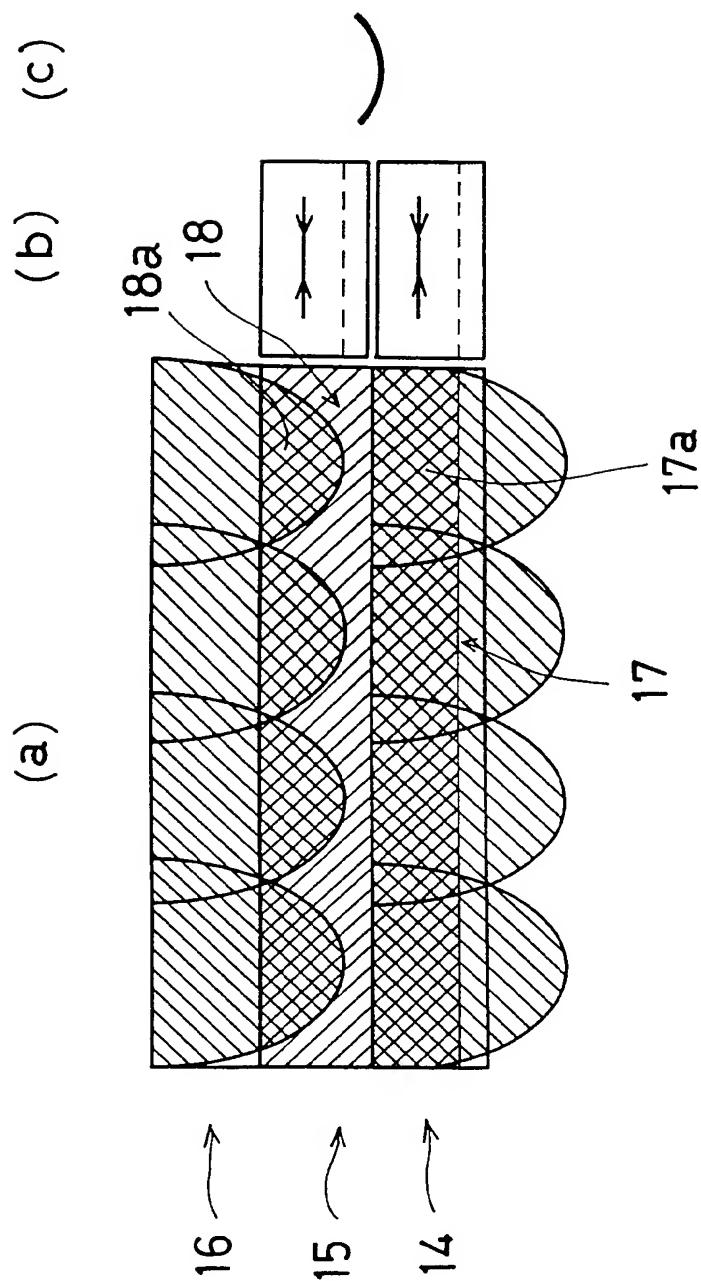


FIG. 5

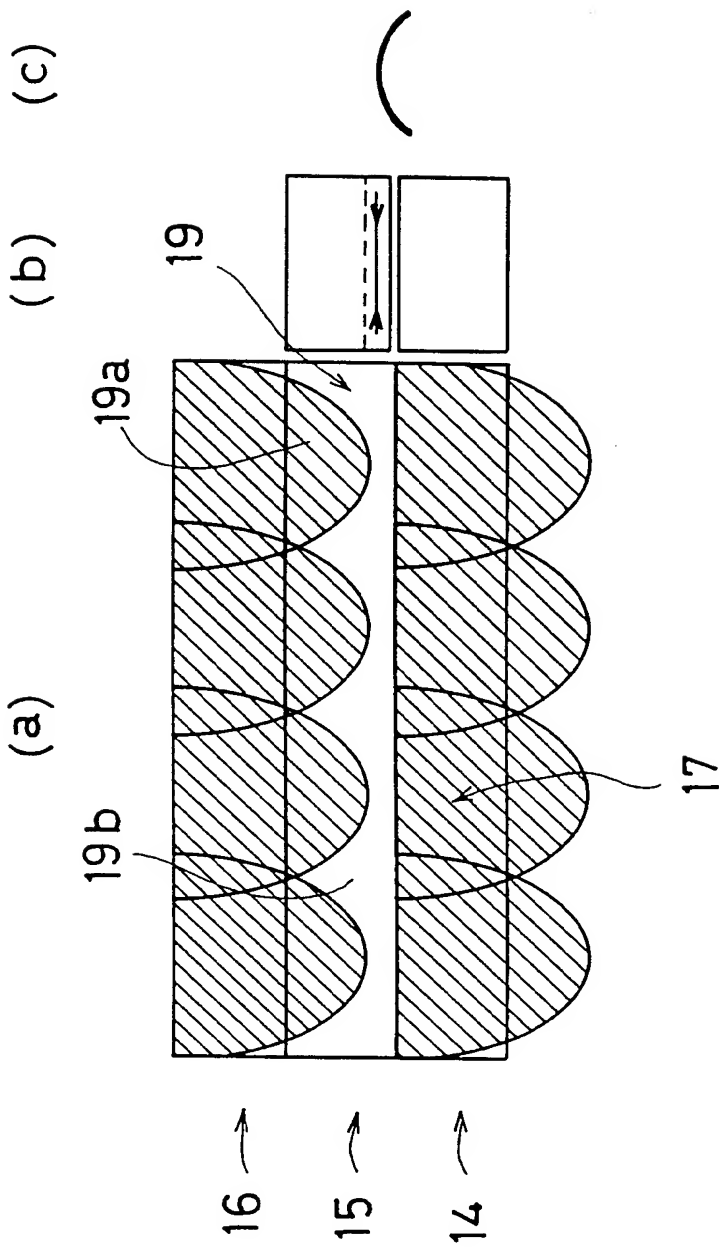
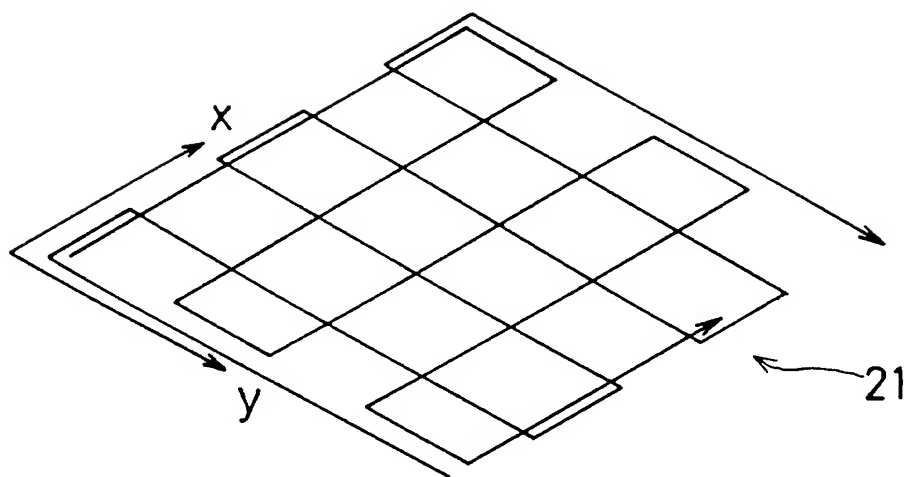


FIG. 6

7 / 11

(a)



(b)

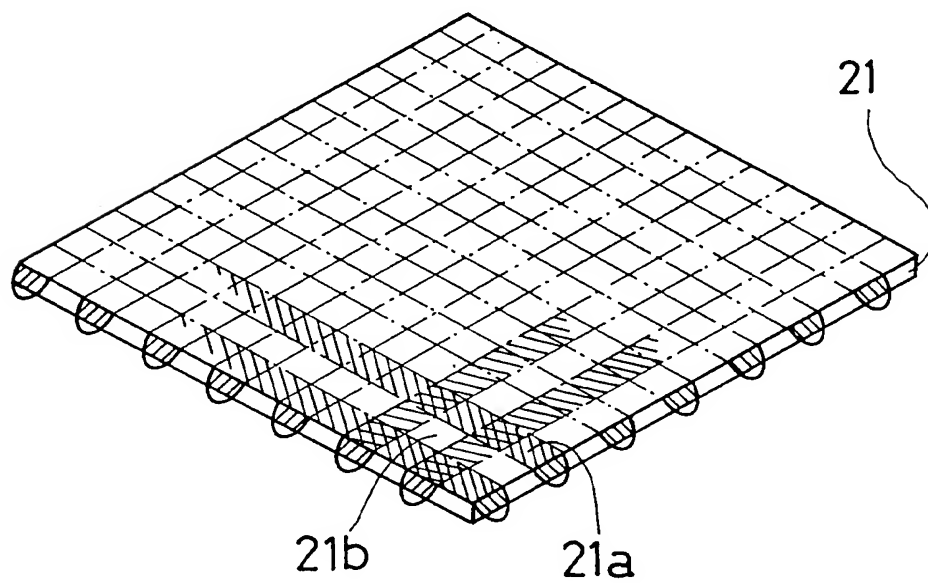
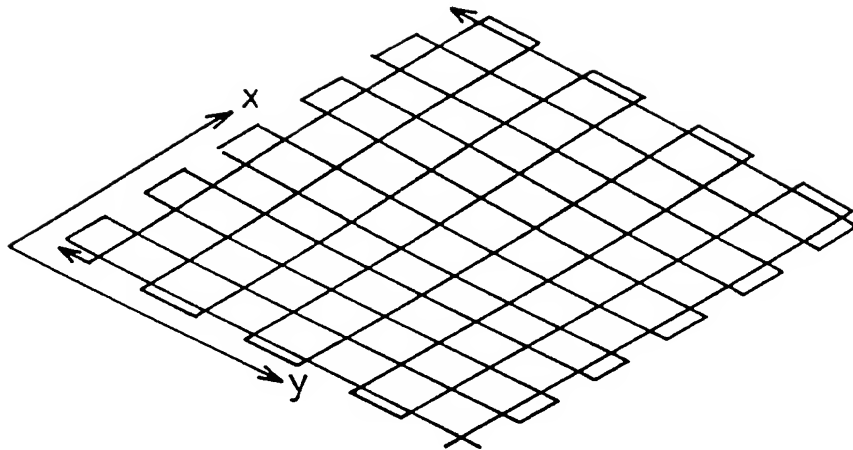


FIG. 7

8/11

(a)



(b)

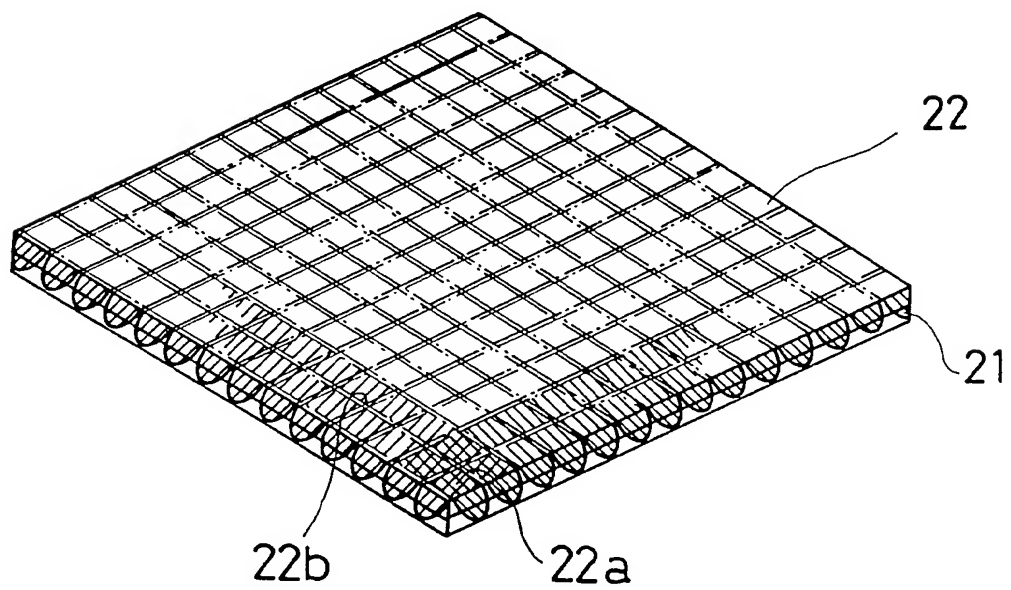
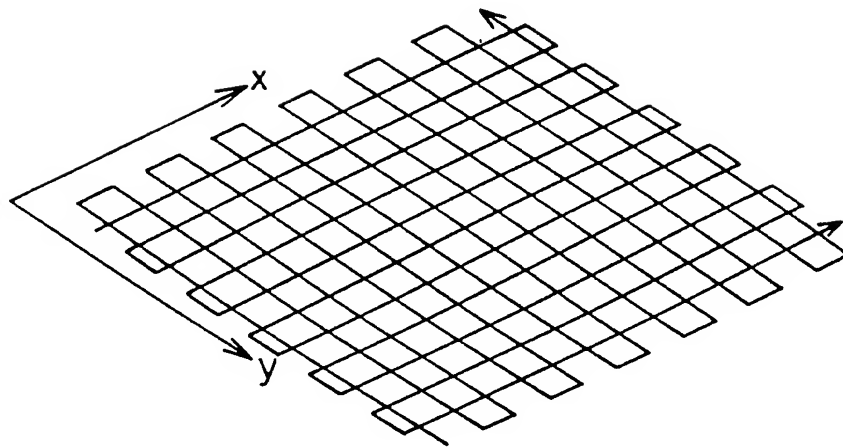


FIG. 8

9/11

(a)



(b)

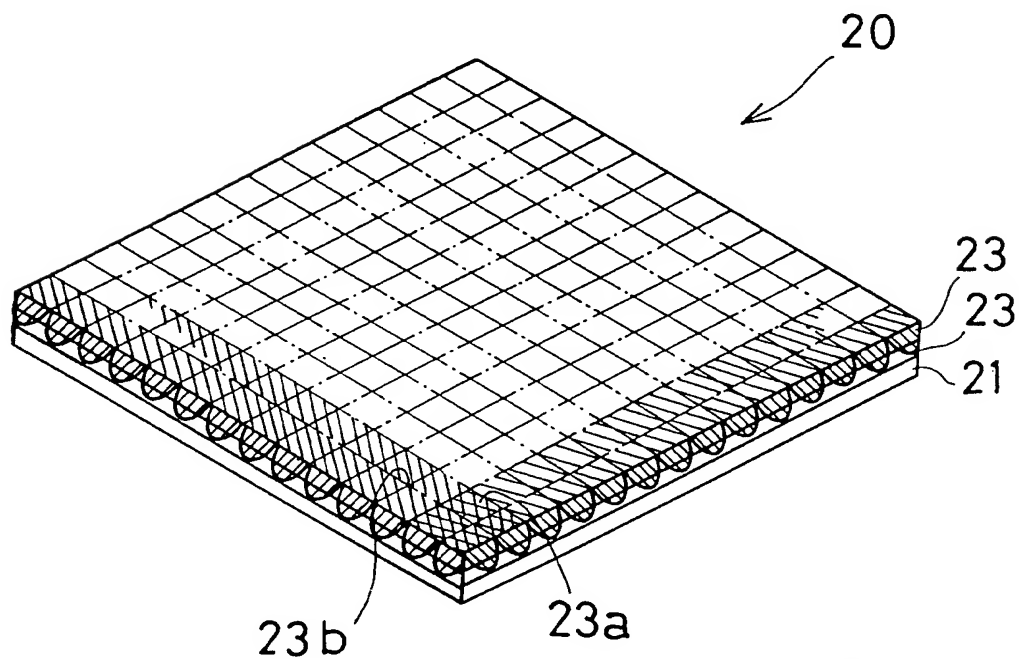


FIG. 9

10/11

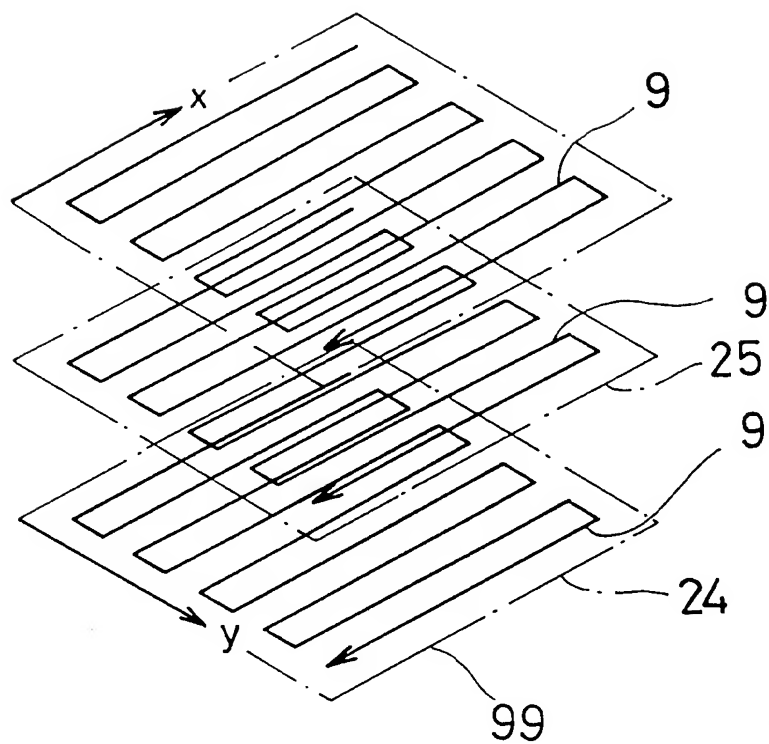


FIG. 10

11 / 11

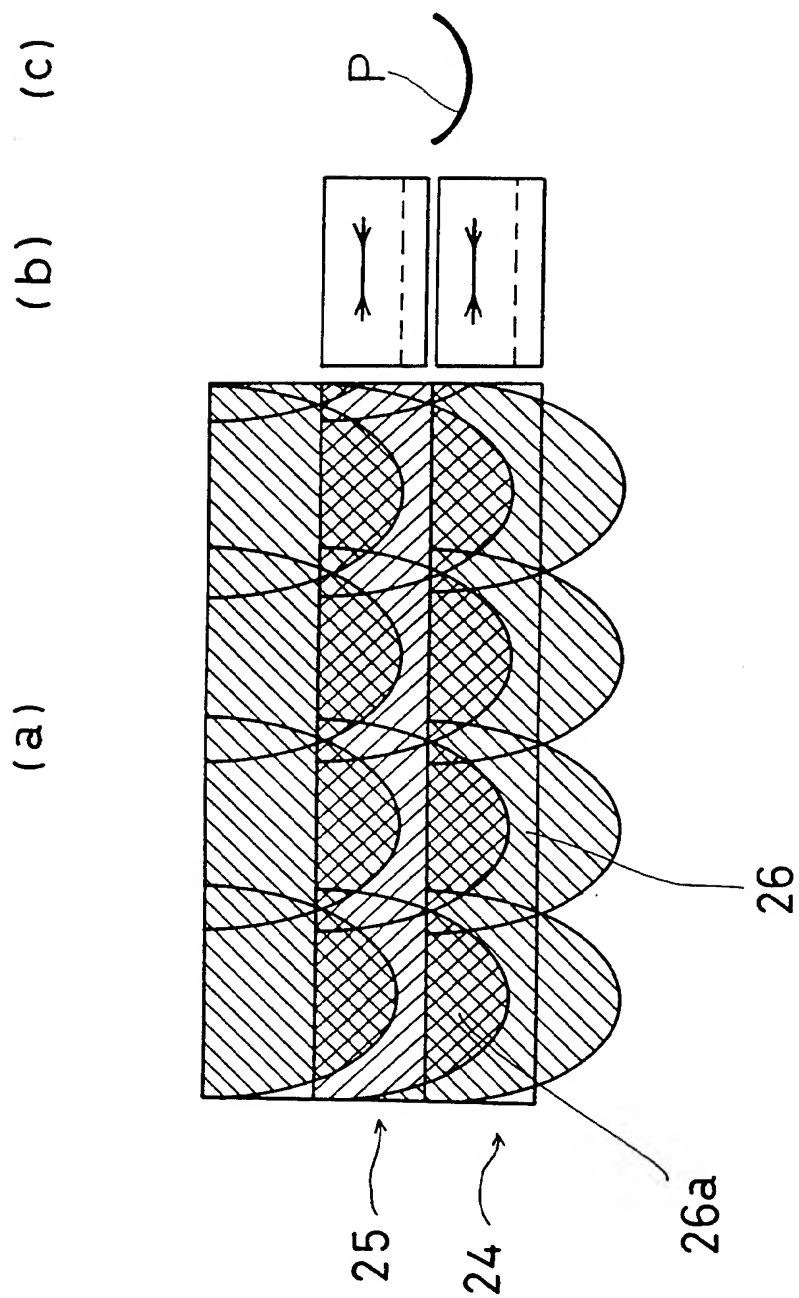


FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP93/00489

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁵ B29C67/00, B29C35/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁵ B29C67/00, B29C35/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1993

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1993

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP, A, 3-193433 (Matsushita Electric Works, Ltd.), August 23, 1991 (23. 08. 91), Claim and Fig. 11 (Family: none)	1, 2 3, 4
X Y	JP, A, 2-111528 (Matsushita Electric Works, Ltd.), April 24, 1990 (24. 04. 90), Claim, Figs. 2 and 3 (Family: none)	1, 2 3, 4
X Y	JP, A, 2-24124 (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), January 26, 1990 (26. 01. 90), Claim and lines 4 to 8, lower right column, page 3 (Family: none)	1, 2 3, 4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

July 26, 1993 (26. 07. 93)

Date of mailing of the international search report

August 17, 1993 (17. 08. 93)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ B29C67/00, B29C35/08

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁸ B29C67/00, B29C35/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1993年

日本国公開実用新案公報 1971-1993年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP, A, 3-193433 (松下電工株式会社), 23. 8月, 1991 (23. 08. 91), 特許請求の範囲 及び 第11図 (ファミリーなし)	1, 2 3, 4
X Y	JP, A, 2-111528 (松下電工株式会社), 24. 4月, 1990 (24. 04. 90), 特許請求の範囲, 第2図 及び 第3図 (ファミリーなし)	1, 2 3, 4
	JP, A, 2-24124 (三井造船株式会社),	

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
- 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 07. 93

国際調査報告の発送日

17.08.93

名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

内 田 淳 子 印

4 F 8 1 1 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	26. 1月, 1990 (26. 01. 90), 特許請求の範囲及び第3頁右下欄第4-8行 (ファミリーなし)	1, 2 3, 4